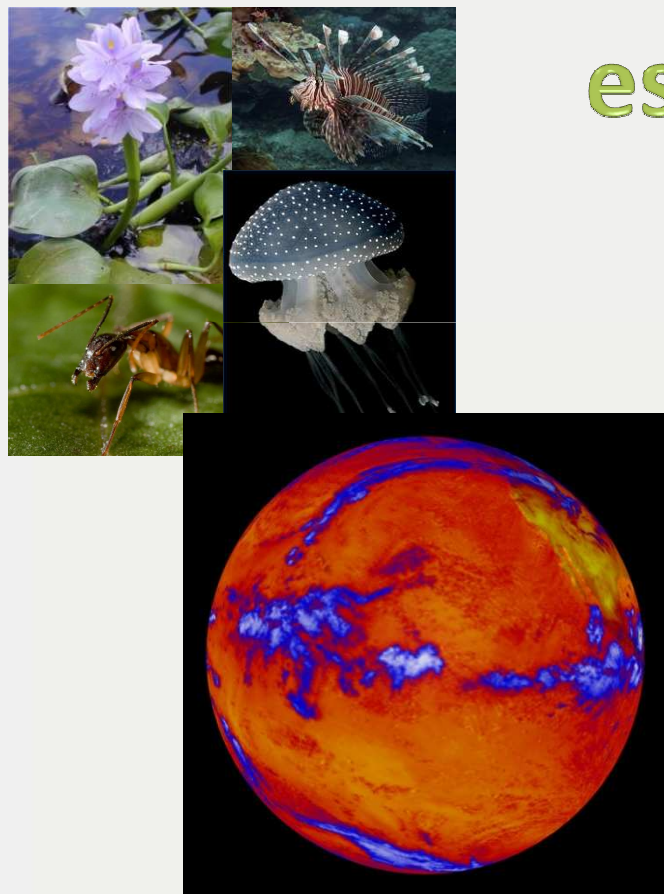


## Módulo I. Las especies invasoras: procesos, impactos y situación en México.

### Sección I.2. Sinergias entre especies invasoras y otras amenazas



1. Cambio climático y especies invasoras
2. Cambio de uso de suelo y especies invasoras
3. Cambio global - la interacción entre varios factores de presión

Georgia Born-Schmidt



# Contenido del modulo

2. Cambio de uso de suelo y especies invasoras
  1. Cambio de uso de suelo: introducción
  2. Tipos de cambio de uso de suelo
    - Deforestación,
    - Alteración y
    - Supresión de disturbios naturales
  3. Interacción entre cambio de uso de suelo e invasión: incendios
  4. México: Estudio de caso, el Zacate buffel
  5. Efectos interactivos de la modificación de hábitat y la invasión de especies sobre las especies nativas
3. Cambio global - la interacción entre varios factores de presión
  1. Componentes de cambio global





## 1. Cambio de uso de suelo: introducción

El uso de suelo se considera generalmente como un tema ambiental a nivel local, sin embargo se ha convertido en un factor de presión de importancia global. Cambios a nivel mundial de bosques, campos, vías acuáticas y aire están impulsados por la necesidad de obtener alimentos, fibra, agua y refugios para más de 6 billones de personas. Las tierras para cultivo, pastoreo, plantaciones y áreas urbanas se han expandido en las últimas décadas, acompañadas por el incremento en el consumo de energía, agua y fertilizantes y la consiguiente pérdida de biodiversidad. Estos cambios en el uso de suelo han permitido a los seres humanos apoderarse de gran parte de los recursos del planeta, pero minan la capacidad de los ecosistemas de producir alimentos, agua potable, recursos forestales, regular el clima y la calidad de aire y repercutir en las enfermedades infecciosas.

Tomado de Foley *et al.*

2005

La invasión biológica interactúa de varias maneras con el cambio de uso de suelo. La más evidente es a través de las alteraciones humanas causadas por las múltiples actividades de uso de suelo agricultura, horticultura, silvicultura, construcciones y desarrollo de infraestructura. La transformación de los paisajes facilita el cambio biótico y otorga nuevas oportunidades para invasiones biológicas.

Tomado de Vitousek *et al.*

1997

La interacción entre cambio de uso de suelo y invasión biológica no se da en una sola dirección!





## 2. Tipos de cambio de uso de suelo

Existen varios tipos de actividades humanas que tienen un impacto severo en la dispersión y establecimiento de especies invasoras. La perturbación a los ecosistemas por la deforestación, apertura de carreteras, minería, cambio de uso de suelo, control biológico (en relación a agentes de control biológico que se vuelven invasores tras su introducción), la unión de cuerpos de agua previamente aislados, canales, vertederos etc. Existe evidencia de que los ambientes más perturbados o más homogenizados son más susceptibles de ser invadidos por especies exóticas (Rahel, 2002), por lo que estas actividades facilitan no sólo el movimiento de especies a zonas nuevas sino que proveen condiciones para su establecimiento.

Remover la vegetación nativa y su substitución con plantas agrícolas o desarrollo urbano puede resultar en una permeabilidad mucho mas grande del sistema, con grandes flujos de agua y nutrientes fuera del sistema y menos reciclaje; estos recursos son transportados y accesibles en otro lugar. De la misma manera, actividades como construir presas en ríos corta el flujo ambiental al retener sedimentos y reducir niveles de inundaciones. El cambio de uso de suelo actúa primero causando cambios en los sistemas, brindando oportunidades para invasiones biológicas, y en segundo lugar al poner nuevas especies, provenientes de otras regiones biogeográficas, en contacto con estos sistemas alterados.

Tomado de Mooney and Hobbs 2000





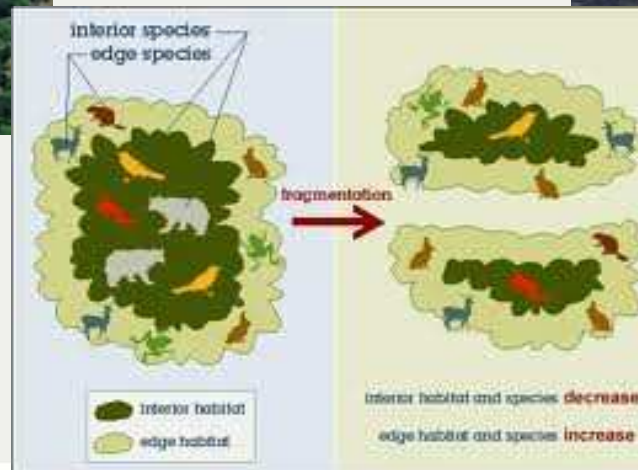
## 2. Deforestación, alteración, fragmentación y supresión de disturbios naturales

De los diferentes procesos que determinan el cambio en el uso del suelo escogemos los ejemplos arriba mencionados:



Fuente: [www.centerblog.net/photo/143986-4931442-deforestation-et-consequences-en-images-](http://www.centerblog.net/photo/143986-4931442-deforestation-et-consequences-en-images-)

Fuente: <http://sustainableinfield.edublogs.org/2011/05/03/habitat-fragmentation-falling-apart-at-the-seams/>



Fuente: <http://en.wikipedia.org/wiki/Dam>





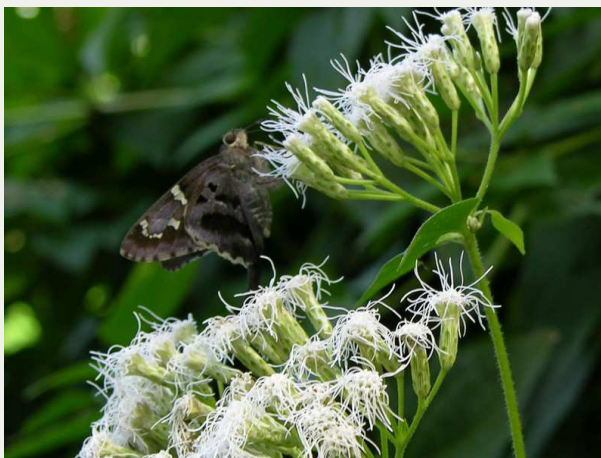
## 1. Deforestación

Áreas forestales perturbadas por extracción de árboles pueden facilitar al establecimiento de especies invasoras, que afectan en diferentes maneras a la biodiversidad. Un buen ejemplo es la tala de árboles de la especie *Shorea siamensis* en Tailandia y sus consecuencias:

Áreas forestales con alta intensidad de extracción de este árbol, demuestran una cubierta de sotobosque de plantas florecientes dominada por la especie invasora *Chromolaena odorata*. Esta atrae mariposas que fungen como polinizadores en la copa de los árboles para la especie nativa *Dipterocarpus obtusifolius* hacia el sotobosque. Las visitas de las mariposas polinizadoras son entre 7 y 8 veces menos en áreas perturbadas, aunque la abundancia de las mariposas es similar a la de otras áreas afectadas moderadamente por extracción o áreas sin extracción. La falta de visitas afecta la ecología de reproducción de *Dipterocarpus obtusifolius* (Ghazoul 2004).

*Chromolaena odorata*,

Foto:  
[www.fairchildgarden.org](http://www.fairchildgarden.org)



*Dipterocarpus obtusifolius*

Foto:  
[www.flickr.com](http://www.flickr.com)





Fuente: wikimedia.org

## Fragmentación

La fragmentación del hábitat silvestre por la agricultura o el desarrollo urbano afecta la dispersión de especies introducidas. Bosques y parques urbanos representan un porcentaje creciente del hábitat semi-natural que nos queda. Estos hábitats son expuestos a factores de estrés como contaminación y proximidad a sitios de introducción. Muchas veces cuentan con una franja de vegetación más preservada o están en contacto con algún corredor biológico. Por lo que representan un riesgo para la introducción de plagas de plantas y animales (Mooney and Hobbs 2000).

Muchos insectos invasores llegan como plagas en plantas agrícolas y después se dispersan a sistemas nativos. La Palomilla gitana (*Lymantria dispar*) por ejemplo, se estableció por primera vez en un bosque urbano para después desarrollarse como una plaga importante en el este de USA (ver Liebhold *et al.*, 1995). Brotes de patógenos de hongo introducidos se encuentran con mas frecuencia en bosques fragmentados que están junto a áreas urbanas (Castello, Leopold and Smallidge, 1995).

Tomado de Mooney and Hobbs 2000



Fuente: John H. Ghent, USDA Forest Service, Bugwood.org





## Alteraciones: Eutrofización y salinización

- **Eutrofización** de cuerpos de agua debido a agricultura y el uso de fertilizantes puede fomentar la sobrevivencia de plantas invasoras como en el caso de lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) tanto en África (en el lago de Victoria) como en Norteamérica y en partes de Sudamérica. Este tipo de vegetación podría promover el desarrollo de mosquitos (e.g. Savage *et al.*, 1990) y de otros hospedadores intermediarios de enfermedades como esquistosomiasis (Rumi *et al.*, 2002).
- El uso de agua para riego en agricultura, afecta la **salinidad de los cuerpos de agua** con el resultado de que especies invasoras de agua salada sobreviven pero no los peces nativos.
- Cuando ocurren cambios rápidos en el ecosistema, pueden crear oportunidades para que nuevas especies se establezcan y causen la reorganización de la composición biótica. Los cambios de estado de los ecosistemas muchas veces están acompañados por cambios en montos y flujo como agua, nutrientes etc.



Foto: *Eichhornia Crassipes*  
Laguna grande de Coyuca,  
Pie de la Cuesta, Guerrero

Tomado de Mooney and Hobbs 2000





## Supresión de disturbios naturales a través de infraestructura

La supresión de disturbios también puede promover la invasión de especies introducidas, particularmente en ecosistemas acuáticos en los que la reproducción y el reclutamiento muchas veces son sincronizados con ciclos de disturbios. En efecto, el encauzamiento de ríos ha sido condicionado con invasiones de especies introducidas de ríos, orillas y zonas de inundaciones, y con la conversión rápida de bosques ribereños nativos de gran diversidad en arbolados poco diversos de especies introducidas.

Por ejemplo antes de la construcción de la red de presas que controlan el río Colorado en Estados Unidos, los humedales/bosques ribereños fueron dominados por especies nativas de álamos y sauces. Con la construcción de presas, los niveles de las tablas de los acuíferos bajaron, las inundaciones acabaron y los álamos y los sauces disminuyeron y fueron desplazados por arbolados casi mono-específicos de pino salado (*Tamarix spp.*).

Tomado de Vitousek *et al.* 1997



## Interacción entre cambio de uso de suelo y invasión: incendios

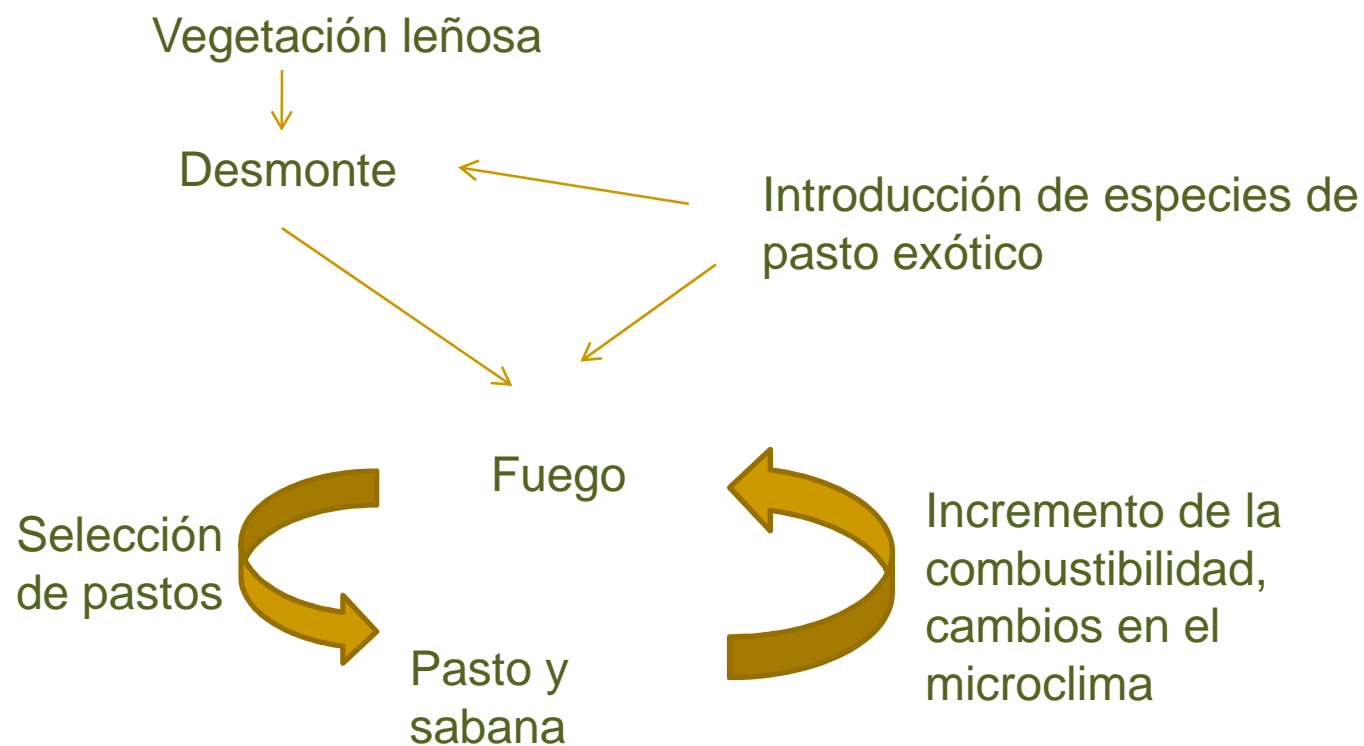
La invasión de especies de plantas está frecuentemente asociada con el pastoreo de ganado. Estos pastos promueven incendios incrementando la frecuencia, el tamaño y/o la intensidad del incendio (Mooney and Hobbs 2000) debido a que:

- Algunas EI son pirófilas y, junto con el CCG, generan ciclos recurrentes de fuego que favorecen su propia expansión y establecimiento.
- Los intervalos de fuego, cada vez más cortos, colocan en desventaja a muchas especies nativas adaptadas a períodos más largos.
- Los fuegos de alta frecuencia e intensidad pueden ir mermando los bancos de semillas.
- El fuego recurrente elimina la cobertura del hábitat de diversas especies de fauna, exponiéndolas más a los depredadores.

Tomado de la presentación de TNC Especies Invasoras y Cambio climático



## Interacción entre cambio de uso de suelo y invasión



Basado en Mooney and Hobbs 2000





## Interacción entre cambio de uso de suelo y invasión

### México:

En el norte del país, 80% de las introducciones de flora para diferentes fines (alimentación, ornato, reforestación, investigación) son especies que provienen de África, Asia y Europa, como resultado de la colonización y dominación española. La familia Poaceae es la que registra mayor número de especies introducidas al país. Entre las especies que destacan están los pastos introducidos, como el zacate buffel (*Pennisetum ciliare*), el zacate llanero (*Andropogon gayanus*), el zacate Tanzania (*Panicum maximum*) y el zacate Bermuda (*Cynodon dactylon*). Estos pastos se introdujeron intencionalmente por la disponibilidad de tecnologías para su cultivo y se han utilizado para el control de la erosión, la estabilización de orillas de carreteras y canales o para forraje de ganado. Su dispersión en ecosistemas nativos se dio en relativamente pocos años en los que prácticamente ha reemplazado la cubierta vegetal nativa y modificado los regímenes de incendios en la región (Arriaga *et al.* 2004; Villaseñor y Magaña 2006).

Tomado de la Estrategia nacional de especies invasoras 2010





CONABIO

GOBIERNO  
FEDERAL

#### 4. Ejemplo en México: Zacate Buffel (*Pennisetum ciliare*)

- ❖ Nativa de las regiones áridas de África, Oriente Medio, Islas Canarias, Madagascar, Indonesia y Asia tropical.
- ❖ Forrajera muy útil en las regiones áridas. En Sonora se ha fomentado su uso como pasto forrajero, lo cual incrementa sus oportunidades de dispersión.



Fotografía de Pedro Tenorio Lezama en URL, Heike Vibrans (ed.). 2005. Malezas de México. 6 de octubre de 2005.



Fotografía de Pedro Tenorio Lezama en URL, Heike Vibrans (ed.). 2005. Malezas de México. 6 de octubre de 2005.

- ❖ Se asilvestra fácilmente y se vuelve una **invasora seria**, no solo en cultivos sino también en la vegetación natural.
- ❖ Altera los regímenes naturales de fuego.
- ❖ Transforma las comunidades de vegetación desértica en sabanas con poca diversidad.
- ❖ Es una de las amenazas mas severas para el Desierto Sonorense.



Foto: T.R. Van Devender ,pagina: desertmuseum.org

**Esta especie se encuentra en plena expansión en México, incluso hacia partes frías del país.**





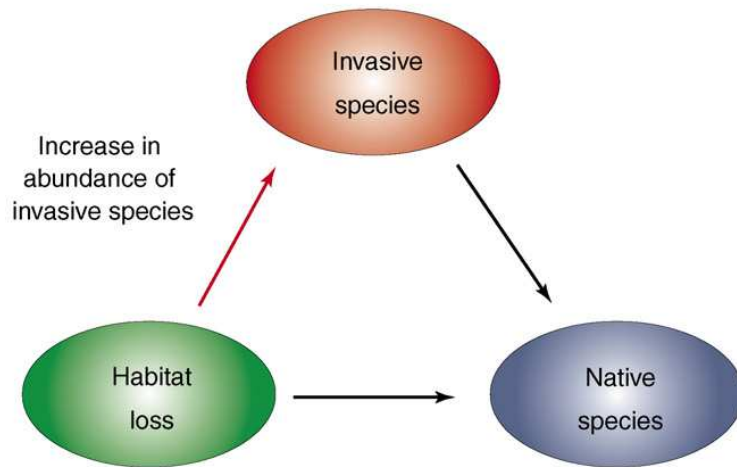
## 5. Efectos interactivos entre modificación de hábitat e invasión de especies sobre especies nativas

La fuerte correlación entre pérdida de hábitat nativos y el incremento de especies invasoras hace difícil identificar las vías causales de introducción (causal pathways) que llevan al declive de especies nativas. En algunos casos la modificación de hábitat puede incrementar la abundancia local o regional de la distribución de invasoras el impacto total de invasoras subiendo en proporción directa a la abundancia de invasoras, un proceso facilitado numéricamente (numerically facilitad process). En otros casos, la modificación del hábitat puede cambiar la manera de acción o respuesta funcional de especies invasoras, incrementando el impacto total de manera desproporcional a la abundancia de invasoras (función per cápita = functionally moderated process).

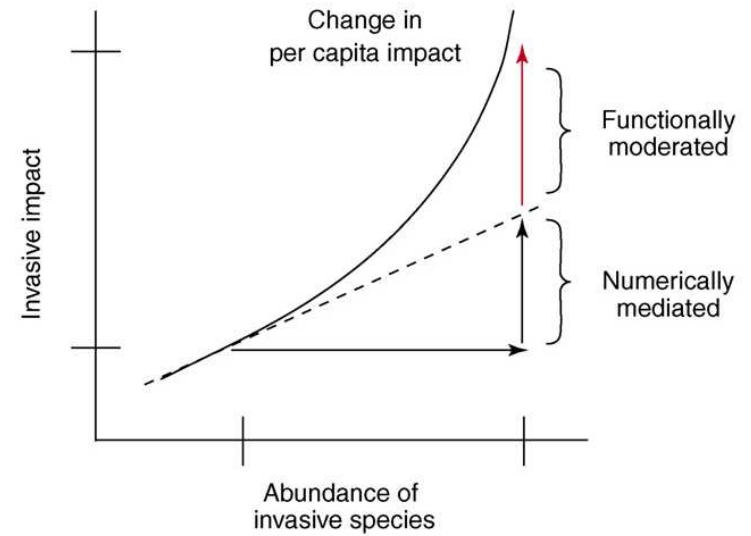
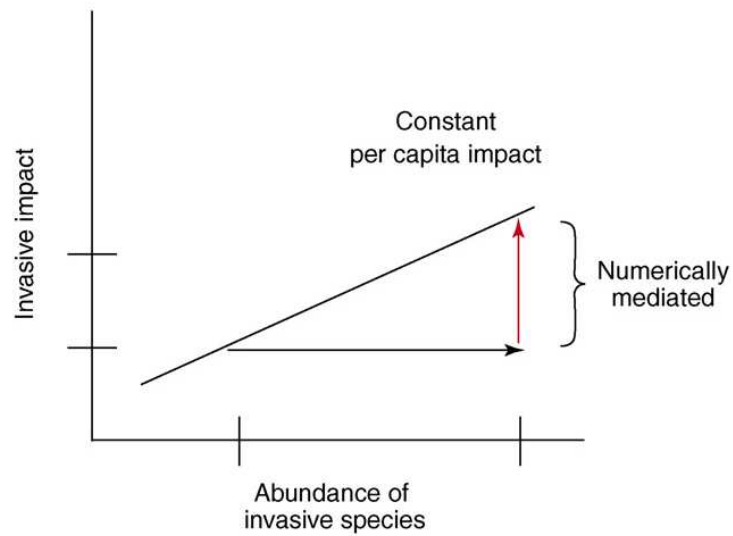
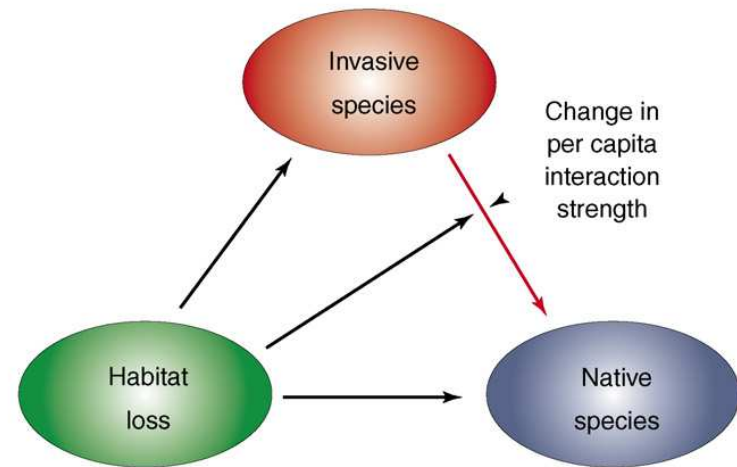
Tomado de Didham *et al.* 2007



(a) Interaction chain effects



(b) Interaction modification effects



Tomado de  
Didham *et al.* 2007



### Explicación de la figura en la lamina anterior:

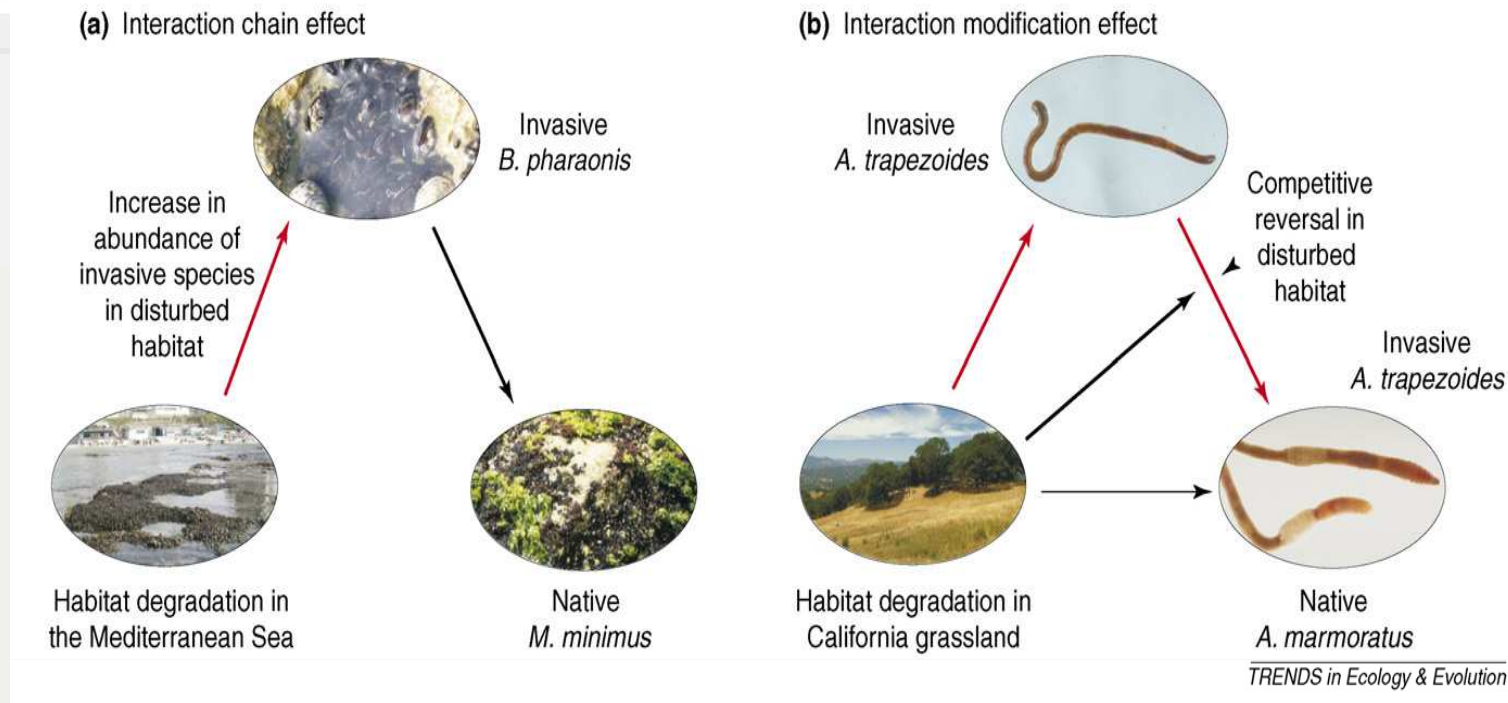
Hay dos vías principales de introducción, a través de las cuales la modificación de hábitat puede interactuar con la invasión de especies incrementando el impacto total a especies nativas.

- a) En un efecto de interacción de cadena, el impacto total de invasión a especies nativas incrementa por el efecto indirecto de la modificación de hábitat en la abundancia de invasoras, pero el impacto invasor per cápita (la relación abundancia/impacto) permanece constante en todos los niveles de modificación de hábitat.
- b) En un efecto de modificación de interacción, el impacto total depende no solo de la abundancia del invasor sino también del grado en el que la modificación de hábitat cambia a causa de la interacción ecológica entre especies invasoras y nativas (indicado con el símbolo de la punta de flecha opuesta).

Para mantener la claridad de la gráfica, no se señalan efectos de respuesta entre las invasión de especies y modificación de hábitat ni el impacto directo de modificación de hábitat a especies nativas. La relación positiva entre la abundancia de la invasora y el impacto (b) es solo una de muchas relaciones posibles.

Tomado de Didham *et al.* 2007





**Ejemplos empíricos de efectos interactivos.** (a) Efecto de cadena de interacción, en el que la degradación de hábitat en el mar del Mediterráneo provocó un aumento en la abundancia de la almeja invasora *B. pharaonis* desplazando la almeja nativa *M. minimus* en hábitats del litoral a través de una elevada presión de propágulo. En este ejemplo, la degradación de hábitat ocurrió en hábitats en plataformas en mar abierto, así que no hay efecto directo de cambio de hábitat en el declive de nativos en suelo de roca del litoral. (b) Efecto de interacción de modificación, en que la conversión de pasto a agricultura en California incrementó la productividad provocando un aumento de abundancia de la lombriz invasora *A. trapezoides* y una reversión competitiva a la lombriz nativa *A. marmoratus*. En este ejemplo las lombrices nativas tenían tasas de crecimiento mas alto en condiciones de alta productividad típicas de hábitats perturbados, así el efecto directo de cambio de hábitat a lombrices nativas es muy pequeño y potencialmente positivo en la ausencia de lombrices invasoras. Fotos: reproducidos con el permiso de Thais Winsome y Gil Rilov.

Tomado de Didham *et al.* 2007





## Cambio global - Interacciones entre varios factores de presión

La modificación de habitat y la invasión de especies son solamente dos de los muchos factores de cambio global que pueden interactuar. La dificultad de atribuir la disminución de especies nativas a uno o varios factores de presión aumenta a medida que el número de factores de presión potenciales y sus efectos interactivos se incrementan (Didham *et al.* 2007, ver los ejemplos en la sección de “Generalizar el marco a través de los factores de presión de cambio global”).

Se espera que las acciones simultáneas de estos factores de presión resulten en efectos sinérgicos es decir que, en combinación, tendrán un impacto total más grande que la suma de sus impactos individuales (Walther *et al.* 2009). Cuales de los factores tendrá el mayor impacto dependerá del ecosistema.

El entendimiento de las interacciones tanto entre especies invasoras como entre vectores de enfermedades y patógenos con otros factores de cambio de ecosistemas es critico para la salud humana y el bienestar humano (Crowl *et al.* 2008).





## Componentes de Cambio global

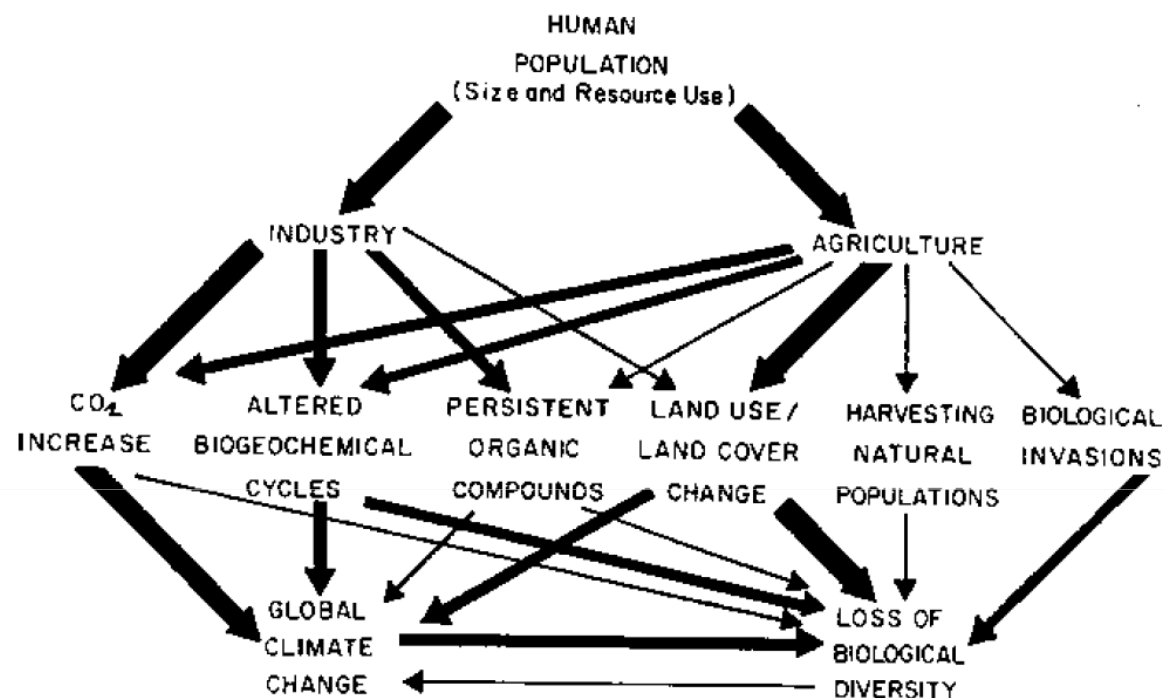


Figure 1: Components of global environmental change. Growth in the size of and resource use by the human population is expressed through growing industrial and agricultural (including forestry, grazing, etc) activity. These have caused a set of relatively well-documented global environmental changes (well-documented both in the sense that they are occurring, and in that they are human-caused), including increasing concentrations of carbon dioxide in the atmosphere, the production and distribution of novel and persistent compounds such as chlorofluorocarbons (with their attendant effects on stratospheric ozone) and PCBs, global-scale alteration of the biogeochemical cycles of nitrogen, sulfur, and other elements, changes in land use and land cover, the removal of top predators from most terrestrial and many marine ecosystems, and biological invasions by exotic species. These components of change interact; they will also drive changes in global climate, and losses of biological diversity. After Vitousek (1994).



Tomado de Vitousek et al. 1997

## Referencias

**Crowl, T.A., T.O. Christ, R.R. Parmenter, G. Belovsky and A.E. Lugo 2008.** The spread of invasive species and infectious disease as drivers of ecosystem change. *Frontier in Ecology and the Environment* 6: 238-246.

**Didham R.K., J.M. Tylianakis, N.J. Gemmell, T.A. Rand and R.M. Ewers. 2007.** *TRENDS in Ecology and Evolution* Vol.22 No.9.

**EFAS 2007.** Pest risk assessment. Science in support of phytosanitary decision-making in the European Community, 6-7 Dicember, *EFSA Scientific Colloquium, Parma, Italy*.

**EPA 2008.** Effects of climate change for aquatic invasive species and implications for management and research.

**Foley, J.A., R. DeFries, G.P. Asner, C. Barford, G. Bonan and S.R. Carpenter. 2005.** Global Consequences of Land Use. *Science* 309 (5734): 570-574.

**Ghazoul, J. 2004.** Alien Abduction: Disruption of Native Plant-Pollinator Interactions by Invasive Species. *BIOTROPICA* 36(2): 156–164.

**Mooney, H.A. & R.J. Hobbs. 2000.** Invasive species in a changing world. Island press, Washington, D.C.

**Rahel, F.J. 2002.** Homogenisation of freshwater faunas. *Annual review of ecology and systematics*, 33, 291.

**Rumi, A., Bechara, J.A., Hamann, M. I. y de Nunez, M. O. 2002.** Ecology of potential hosts of schistosomiasis in urban environments of Chaco, Argentina. *Malacologia* 44 (2): 273-288.

**Savage, H.M., E. Rejmankova, J.Y. Arredondo-Jiménez, D.R. Roberts and M.H. Rodríguez. 1990.** Limnological and botanical characterization of larval habitats for two primary malarial vectors, *Anopheles albimanus* and *Anopheles pseudopunctipennis*, in coastal areas of Chiapas State, Mexico *Journal of the American Mosquitos Control Association*, 6:612-620.

**TNC. 2008.** Congreso Mexicano de Ecología. Mérida, Yucatán, Noviembre 2008.

**Vitousek, P.M., C.M. D'Antonio, L.L. Loope, M. Rejmánek & R. Westbrooks. 1997.** Introduced species: A significant component of human-caused global change. *New Zealand Journal of Ecology* 21:1-16.

